

**TINJAUAN KUAT LENTUR DINDING PANEL MENGGUNAKAN ANYAMAN BAMBU
DENGAN *STYROFOAM*
SEBAGAI PENGANTI AGREGAT KASAR**

Naskah Publikasi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat sarjana S- 1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

Barendra Agni Anji Jaya
NIM : D 100 070 001
NIRM : 07.6.106.03010.500.001

kepada

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2013**

LEMBAR PENGESAHAN

Naskah Publikasi Ilmiah
Tugas Akhir

TINJAUAN KUAT LENTUR DINDING PANEL MENGGUNAKAN ANYAMAN BAMBU DENGAN *STYROFOAM* SEBAGAI PENGANTI AGREGAT KASAR

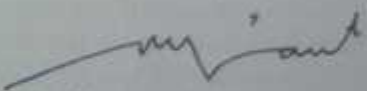
diajukan oleh :

BARENDRA AGNI ANJI JAYA
NIM : D 100 070 001
NIRM : 07.6.106.03010.500.001

Naskah publikasi ilmiah ini di setujui dan layak untuk dipublikasikan
untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Surakarta, April 2013
Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing



Muhammad Ujianto, ST.MT.
NIK : 728

UJI KUAT LENTUR DINDING PANEL MENGGUNAKAN TULANGAN ANYAMAN BAMBU DENGAN *STYROFOAM* SEBAGAI PENGANTI AGREGAT KASAR

Barendra Agni Anji Jaya

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email: agnianji@ums.ac.id

Abstract

So far, the use of the wall in the building construction field most couples still use brick wall, a wall made of bricks glued together with mortar is proved to have a negative impact on the environment due to the brick production process itself, combustion emissions pose a comparatively long carbon gases harmful to the environment, as it also has many disadvantages such as high density, high brittle nature, old craftsmanship, so its use is not suitable for high rise buildings and buildings earthquake-prone areas. Thus the study held a wall panel as an alternative partner brick walls, the walls of this panel study constituent materials using bamboo reinforcement and Styrofoam to replace the coarse aggregate. The use of these materials is expected to produce a specific gravity that is much lighter and thinner dimensions, but the strenght equivalent of brick masonry walls. Bamboo kind used is of the type Ori. Bamboo is obtained from the Nusukan while Styrofoam materials derived from wastes unused Styrofoam. Wall panels are made is divided into 3-dimensional thickness variation is by 120 x 50 x 8 cm, 120 x 50 x 10 and 120 x 50 x 12 with each of the various specimens numbered 3, the third variation of the wall panels will be compared with the wall mate brick dimensions 120 x 50 x 14 cm 3 specimen. Concrete cylindrical specimens with a diameter of 15 cm and height 30 cm is made by 4 specimen, bamboo ori with dimensions of 0.5 x 2 x 50 cm is used as a reinforcing wall panels. Concrete mix design with a comparison method that refers to a previous study with the proportion of 15%, 65%, 20% (suarnita, 2005) with a water-cement ratio of 0.4. Tests carried out when the concrete was 48 days. Flexural strength test results at a thickness of 10 cm on condition Mretak theoretical average of 3 kN.mm, the experimental conditions \rightarrow Mretak average of 3,124 couples kN.mm while brick wall on condition Mretak theoretical average of 2.7 kN.mm and experimental conditions of 3.3 \rightarrow Mretak kN.mm of the test results above the difference between the wall panels and masonry Mretak theoretical condition is 11% stronger than bricks while Mretak experimental conditions 6% weaker than brick .

Keywords: *Styrofoam, wall panels, flexural strength, bamboo reinforcement*

Abstraksi

Selama ini penggunaan dinding pada bidang kontruksi bangunan kebanyakan masih menggunakan pasangan dinding batu bata, dinding yang terbuat dari batu bata yang direkatkan satu sama lain dengan mortar ini ternyata memiliki dampak negatif bagi lingkungan akibat proses produksi batu bata itu sendiri, pembakaran yang terhitung lama menimbulkan emisi gas karbon yang merugikan bagi lingkungan, disamping itu juga memiliki banyak kekurangan seperti berat jenis yang tinggi, sifat getas yang tinggi, pengerjaan yang lama, sehingga penggunaannya tidak sesuai untuk bangunan gedung tinggi dan bangunan didaerah rawan gempa. Maka dari itu diadakanlah penelitian dinding panel sebagai alternatif pengganti pasangan dinding batu bata, pada penelitian dinding panel ini bahan penyusunnya menggunakan tulangan anyaman bambu serta Styrofoam untuk menggantikan agregat kasar. Penggunaan bahan-bahan tersebut diharapkan menghasilkan berat jenis yang jauh lebih ringan serta dimensi yang lebih tipis, namun kekuatannya setara dengan dinding pasangan batu bata. Bambu yang digunakan adalah bambu dari jenis Ori. Bambu ini diperoleh dari daerah nusukan sedangkan bahan Styrofoam didapat dari limbah-limbah Styrofoam yang sudah tidak terpakai. Dinding panel yang dibuat terbagi menjadi 3 variasi ketebalan yaitu dengan dimensi 120 x 50 x 8 cm, 120 x 50 x 10 dan 120 x 50 x 12 dengan masing-masing variasi berjumlah 3 benda uji, ketiga variasi dinding panel tersebut akan dibandingkan dengan dinding pasangan batu bata berdimensi 120 x 50 x 14 cm sebanyak 3 benda uji. Benda uji silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dibuat sebanyak 4 benda uji, bambu ori dengan dimensi 0,5 x 2 x 50 cm dipergunakan sebagai tulangan dinding panel. Perencanaan campuran beton dengan metode perbandingan yang mengacu pada penelitian terdahulu dengan proporsi 15 % ; 65 % ; 20 % (suarnita, 2005) dengan faktor air semen sebesar 0,4. Pengujian dilaksanakan ketika beton berumur 48 hari. Hasil pengujian kuat lentur pada ketebalan 10 cm pada kondisi M_{retak} teoritis rata-rata sebesar 3 kN.mm, pada kondisi M_{retak} eksperimen rata-rata sebesar 3,124 kN.mm sedangkan pasangan dinding batu bata pada kondisi M_{retak} teoritis rata-rata sebesar 2,7 kN.mm

dan kondisi M_{retak} eksperimen sebesar 3,3 kN.mm dari hasil pengujian diatas selisih antara dinding panel dan pasangan batu bata kondisi M_{retak} teoritis sebesar 11 % lebih kuat dari batu bata sedangkan pada kondisi M_{retak} eksperimen 6 % lebih lemah dari batu bata.

Kata kunci : Styrofoam, dinding panel, kuat lentur, tulangan anyaman bambu

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan hunian semakin hari semakin meningkat dan harga material dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang signifikan hal ini disebabkan oleh kebutuhan konstruksi yang meningkat namun tidak diimbangi dengan persediaan sumber daya material yang memadai, sehingga untuk menjawab tantangan tersebut para pelaku konstruksi harus mulai berpikir mencari alternatif pengganti material yang biasa digunakan dan mempercepat proses produksi, salah satu upaya yang telah dilakukan yaitu membuat dinding panel *precast* yang berasal dari material daur ulang.

Penelitian dinding panel ini bukanlah yang pertama kali dilakukan di UMS, pada penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh Hatta (2006) menitik beratkan pada dinding panel *hardflex* dan butiran *Styrofoam* tanpa pasir dengan tulangan bambu ukuran sampel (100 x 50 x 5), (100 x 40 x 5), dan (100 x 30 x 5). Dari pengujian diperoleh nilai tegangan lentur sebesar Kuat Lentur rata-rata dinding panel ukuran (30x100x5) cm³ adalah 1520,00 kN/m², (40x100x5) cm³ adalah 3776,25 kN/m² dan (50x100x5) cm³ adalah 4788,00 kN/m².

Pemanfaatan bambu sebagai bahan bangunan yang hanya terbatas sebagai bahan pendukung serta *Styrofoam* yang sebatas digunakan sebagai pelindung kemasan masih belum optimal. Penelitian ini mencoba untuk mencari tahu seberapa besar kuat lentur dinding panel *Styrofoam* dengan tulangan yang terbuat dari anyaman bambu.

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

- 1) Untuk mengetahui kuat lentur dinding panel anyaman bambu dengan agregat *Styrofoam*.
- 2) Untuk mengetahui seberapa tebal dinding panel anyaman bambu dengan agregat *Styrofoam* yang mempunyai daya dukung yang sama dengan dinding pasangan batu bata
- 3) Untuk mengetahui perbandingan berat jenis antara dinding batu bata dengan dinding panel *Styrofoam*
- 4) Untuk mengetahui perbandingan kekakuan antara pasangan dinding batu bata dengan dinding panel

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat:

- 1) Manfaat teoritis, dapat menjadi informasi bagi dunia ilmu pengetahuan terhadap pemanfaatan bambu sebagai bahan pengganti yang murah dan banyak terdapat di Indonesia.
- 2) Manfaat praktis, untuk mengetahui seberapa tebal optimum dinding panel untuk menggantikan dinding pasangan batu bata

Batasan Masalah

Pada penelitian ini perlu dilakukan batasan masalah sehingga penelitian yang dilakukan tidak meluas dan menjadi jelas batasnya. Adapun yang menjadi batasan masalah adalah sebagai berikut:

- 1) Semen yang digunakan adalah semen *Portland* jenis 1 dengan merk *Holcim* produksi PT. Holcim Indonesia. tbk.
- 2) Agregat halus berupa pasir yang telah lolos saringan 0,5 cm berasal dari Kaliworo, Klaten.
- 3) Agregat kasar berupa *Styrofoam* dengan dimensi 10 x 10 x 10 mm
- 4) Air yang digunakan dari Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 5) Perencanaan campuran dengan metode perbandingan volume yaitu dengan persentase sebagai berikut ; 15 % semen, 65 % pasir dan 20 % *Styrofoam*. (Suarnita, 2005)
- 6) Bambu yang digunakan dari jenis bambu Ori.
- 7) Benda uji dinding panel direncanakan pada umur 28 hari (namun pada pelaksanaan berumur 48 hari.)
- 8) Benda uji kuat lentur dinding panel *Styrofoam* dengan 3 variasi ketebalan yaitu 8 cm, 10 cm, 12 cm

METODE PENELITIAN

Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Secara garis besar penelitian ini dilaksanakan dalam 5 tahap, yaitu sebagai berikut:

1. Tahap I : persiapan

Pada tahap ini mempersiapkan alat dan bahan seperti: semen, air, pasir dan bambu.

2. Tahap II : Pemeriksaan bahan dasar

Pemeriksaan bahan dilaksanakan pada semen, air, pasir dan bambu meliputi:

- a Pemeriksaan visualisasi semen.
- b Penelitian dan pengujian pasir, meliputi pemeriksaan kandungan bahan organik, pemeriksaan gradasi dan kadar lumpur, pemeriksaan kadar SSD (*Saturated Surface Dry*), pemeriksaan *specific gravity* dan *absorpsi*.
- c Pengujian bambu berupa pengujian kuat tarik bambu.

3. Tahap III : Perencanaan dan pembuatan benda uji

- a Pembuatan anyaman bambu sebanyak 9 buah.
- b Pembuatan Dinding panel dengan ukuran $(120 \times 50 \times 8)$, $(120 \times 50 \times 10)$, dan $(120 \times 50 \times 12) \text{cm}^3$, dengan jumlah total benda uji 9 buah.
- c Perawatan benda uji dilakukan dengan cara disiram selama 28 hari

4. Tahap IV : Pengujian kuat tekan dan kuat lentur

- a. Pengujian kuat tekan silinder beton

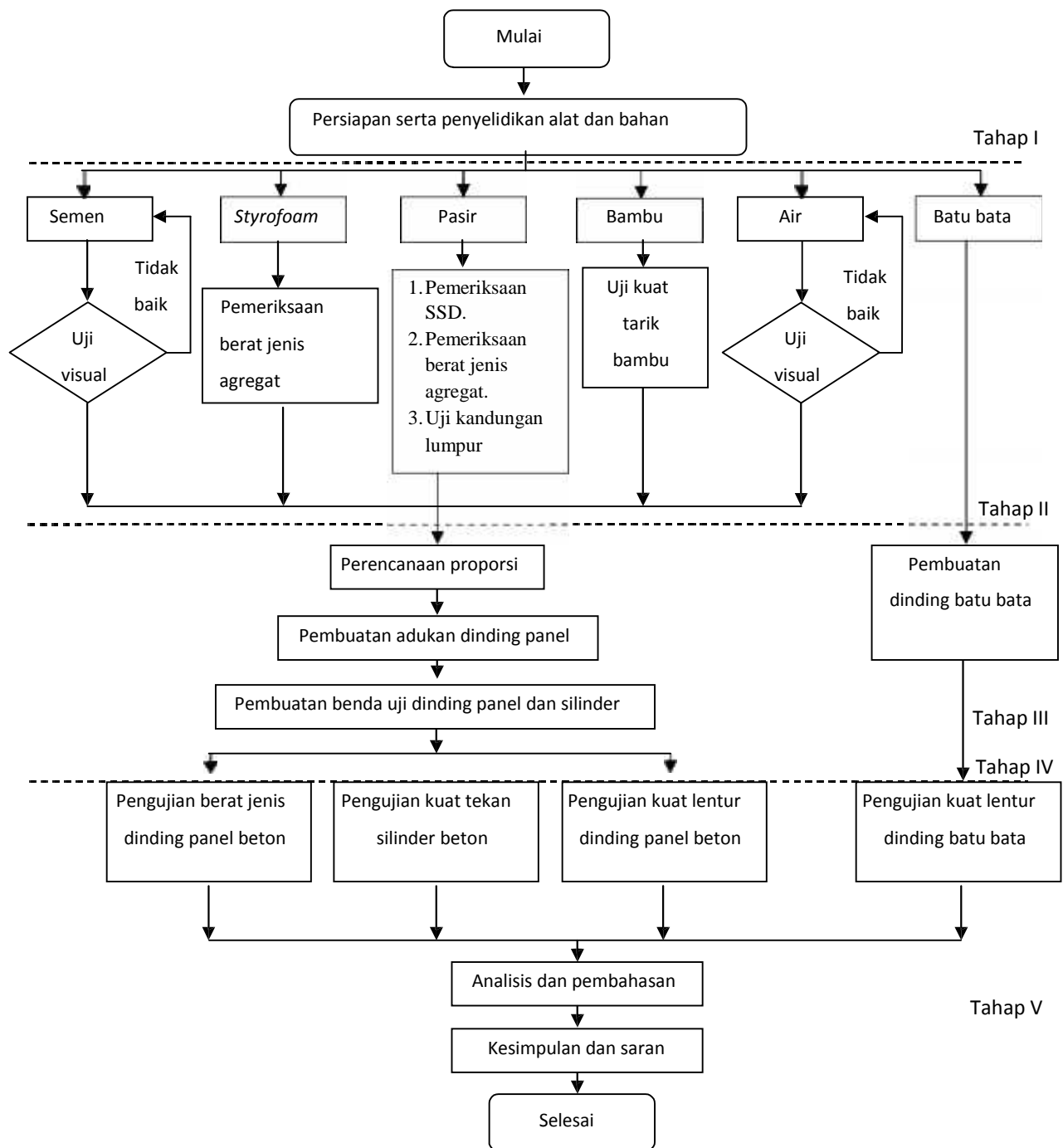
Pengujian kuat tekan silinder beton dengan jumlah benda uji 4 buah.

- b. Pengujian kuat lentur dinding panel

Pada tahap ini dilakukan pengujian kuat lentur dinding panel dengan 3 variasi ketebalan dengan total jumlah benda uji 9 buah.

5. Tahap V : Analisis data dan kesimpulan

Setelah mendapatkan data-data dari hasil yang diperoleh dalam pengujian kuat lentur, kemudian data tersebut diolah dan dianalisa dengan menyajikan hasil penelitian dalam bentuk tabel dan grafik. Berdasarkan analisa tersebut, maka akan mendapatkan kesimpulan mengenai dinding panel beton *Styrofoam* dengan tulangan bambu



Gambar IV.1. Tahapan penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan Bahan Penyusun Dinding Panel

1. Pemeriksaan semen.

Pada penelitian ini semen yang digunakan adalah semen *Portland* dengan merk *Holcim*, dengan pemeriksaan visual semen masih dalam keadaan baik berbentuk serbuk dan tidak terjadi penggumpalan.

2. Pengujian kuat tarik bambu.

Pada pengujian kuat tarik bambu yang dilakukan dengan menggunakan 3 buah benda uji. Dari hasil pengujian kuat tarik didapatkan nilai kuat tarik rata-rata sebesar 125,33 MPa.

3. Pengujian kualitas agregat halus.

Dari hasil pemeriksaan agregat halus berupa pasir didapatkan hasil penelitian sebagai berikut :

3 a). *Kandungan bahan organik pada pasir* diperoleh hasil pemeriksaan yaitu kuning muda. Hal ini menunjukkan bahwa pasir layak untuk digunakan karena kandungan bahan organiknya sangat sedikit sehingga pasir dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.

3 b). *Kandungan lumpur pada pasir* dari hasil pengujian kandungan lumpur pada pasir diperoleh hasil pengujian kandungan lumpur yaitu sebesar 1,33 %, karena syarat kandungan lumpur pada pasir untuk pembuatan campuran beton minimal 5 % (SNI 03-3449-2002) maka pasir layak untuk digunakan.

3 c). *Saturated Surface Dry*. Dari hasil pengujian didapatkan nilai rata-rata penurunan sebesar 3,63 cm berarti kurang lebih sama dengan setengah tinggi krucut *conus* yaitu dengan tinggi 7 cm, sehingga pasir telah mencapai pada kondisi *SSD*.

3 d). *Specific gravity dan absorbtion pasir*. Dari hasil pengujian specific gravity dan absorbtion pada pasir diperoleh nilai berat jenis pada kondisi *SSD* yaitu sebesar 2,6 gr/cm³ dan penyerapan pasir sebesar 1,21 % karena nilai penyerapan < 5% maka pasir memenuhi syarat untuk digunakan sebagai campuran beton (SNI 03-3449-2002).

4. Pengujian berat jenis *Styrofoam*.

Dari pemeriksaan diperoleh nilai berat jenis dari *Styrofoam* yaitu sebesar 12 kg/m³.

Pengujian Pendukung

1. *Workability* adukan beton

Dalam pelaksanaan dilapangan nilai *slump* yang dipakai pada penelitian ini adalah dengan berpedoman pada ketentuan PBI 1971, yaitu antara 7,5 cm – 15 cm. Dari pemeriksaan diperoleh nilai *slump* rata-rata sebesar 8,6 cm sehingga memenuhi persyaratan.

2. Pengujian berat jenis beton

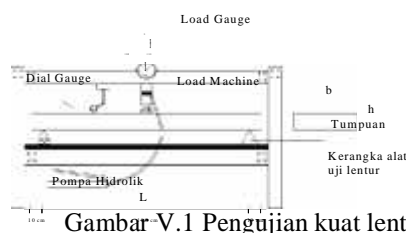
Pengujian ini dilakukan dengan membagi berat silinder beton dengan volume silinder beton itu sendiri. Pemereiksaan benda uji ini dilakukan pada umur 48 hari , dari hasil pemeriksaan didapat nilai berat jenis beton rata-rata yaitu sebesar 1.450 kg/m³, sehingga masuk kategori beton ringan dengan berat berkisar antara 300 kg/m³ hingga 1600 kg/m³.

3. Kuat tekan beton

Dari hasil pemeriksaan kuat tekan beton pada umur benda uji 48 hari, diperoleh nilai kuat tekan rata-rata yaitu sebesar 2,972 MPa.

Hasil Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dinding panel dilakukan setelah benda uji berumur 48 hari, proses pengujian kuat lentur dapat dilihat pada Gambar V.1 dan Gambar V.2



Gambar V.1 Pengujian kuat lentur



Gambar V.2 Hasil pengujian kuat lentur

Analisis kekauan dinding panel

Untuk menghitung kekakuan dinding panel amupun dinding batu bata digunakan rumus sebagai berikut :

Kekakuan : $\frac{\text{Beban retak awal}}{\text{Lendutan}}$

Dari hasil perbandingan uji kekakuan pada dinding panel dengan pasangan batu bata dapat disimpulkan bahwa dinding panel pada ketebalan 8 cm, 10 cm dan 12 cm berturut-turut memiliki kekakuan rata-rata sebesar 2264,8 N/mm, 4055,56 N/mm dan 5395,06 N/mm sedangkan pasangan dinding batu bata memiliki kekakuan rata-rata sebesar 6002,9 N/mm, dapat disimpulkan bahwa dinding panel memiliki sifat lebih lentur daripada pasangan batu bata sehingga lebih liat apabila terjadi gempa, dan mampu mempertahankan bentuk aslinya dengan pola keruntuhan yang lebih lama. Perbandingan besarnya kekakuan antara dinding panel dengan pasangan dinding batu bata dapat dilihat Lampiran I.

Analisis teoritis

Dari hasil uji perhitungan kuat lentur teoritis dinding panel dengan jumlah benda uji sebanyak 9 buah, untuk dimensi 120 x 50 x 8 cm diperoleh nilai M_{retak} rata-rata sebesar 1,63 kN.mm. untuk dimensi 120 x 50 x 10 cm diperoleh nilai M_{retak} rata-rata sebesar 3 kN.mm, untuk dimensi 120 x 50 x 12 cm diperoleh nilai M_{retak} rata-rata sebesar 4,26 kN.mm. Sedangkan untuk dinding pasangan batu bata diperoleh nilai M_{retak} rata-rata sebesar 2,7 kN.mm. selisih ketiganya dengan pasangan batu bata yaitu berturut-turut 40 %, 11 % dan 58 %. Secara teoritis ukuran dinding panel yang optimum dan kekuatannya sama adalah tebal 10 cm. Untuk mengetahui hasil perhitungan M_{retak} secara teoritis dapat dilihat pada Lampiran II.

Analisis eksperimen

Dari hasil perhitungan kuat lentur eksperimental dinding panel dengan jumlah benda uji sebanyak 9 buah, untuk dimensi 120 x 50 x 8 cm diperoleh nilai M_{retak} rata-rata sebesar 1,717 kN.mm. untuk dimensi 120 x 50 x 10 cm diperoleh nilai M_{retak} rata-rata sebesar 3,124 kN.mm, untuk dimensi 120 x 50 x 12 cm diperoleh nilai M_{retak} rata-rata sebesar 4,476 kN.mm. Sedangkan untuk dinding pasangan batu bata diperoleh nilai M_{retak} rata-rata sebesar 3,305 kN.mm. Secara eksperimental ukuran dinding panel yang optimum dan kekuatannya sama dengan dinding bata adalah pada ketebalan 10 cm. Untuk mengetahui hasil perhitungan M_{retak} secara eksperimen dapat dilihat pada Lampiran III.

Perbandingan Berat Dinding Panel dengan Dinding Batu Bata

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa dinding panel *Styrofoam* pada ketebalan 8 cm memiliki berat isi 1,101 Ton/m³, ketebalan 10 cm memiliki berat isi 1,171 Ton/m³ dan untuk ketebalan 12 cm memiliki berat isi sebesar 1,413 Ton/m³, sedangkan dinding batu bata dengan ketebalan 14 cm memiliki berat isi 2,192 Ton/m³. Dari hasil perbandingan berat isi dinding panel dengan dinding pasangan batu bata didapatkan selisih berat yang cukup signifikan, untuk ketebalan 8 cm, 10 cm dan 12 cm berturut-turut yaitu sebesar 49,7 %, 46,6 % dan 35,5 %

Perbandingan Biaya

Ditinjau dari jumlah dan harga material yang dibutuhkan pada penelitian ini, biaya pembuatan dinding panel *Styrofoam* dengan tulangan anyaman bambu dan dinding batu bata dapat dilihat pada Lampiran VI dan VII

Dari hasil perbandingan analisis anggaran biaya antara dinding panel *Styrofoam* dengan dinding pasangan batu bata dapat disimpulkan bahwa biaya yang dibutuhkan untuk membuat satu dinding panel dengan ketebalan 10 cm yaitu Rp. 29.165,00 sedangkan biaya yang digunakan untuk membuat dinding pasangan batu bata yaitu sebesar Rp. 46.650,00.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah:

- 1) Ketebalan optimum dinding panel yang menyamai kekuatan dinding batu bata yaitu pada ketebalan 10 cm
- 2) Silinder beton *Styrofoam* dengan campuran semen, pasir dan *Styrofoam* 15 ; 65 ; 20 menghasilkan berat isi 1,457891 gr/cm³ atau 1,4578 Ton/m³ dan untuk kuat tekan rata-rata sebesar 2,97 MPa. Untuk dinding panel dengan ketebalan 10 cm menghasilkan berat isi 1,171 Ton/m³, sedangkan pada pasangan dinding batu bata menghasilkan berat isi sebesar 2,191 Ton/m³ keduanya memiliki selisih sebesar 46,55 %, dari perbandingan berat isi antara dinding panel dengan pasangan batu bata dapat disimpulkan bahwa berat isi campuran dinding panel jauh lebih ringan dari berat isi dinding pasangan batu bata.
- 3) Dari hasil perbandingan uji kekakuan pada dinding panel dengan ketebalan 10 cm didapatkan nilai kekakuan rata-rata sebesar 4055,56 N.mm sedangkan dinding batu bata sebesar 6002,98 N.mm selisih diantara keduanya yaitu sebesar 32,44 %
- 4) Dari hasil perbandingan uji kuat lentur yang dilakukan pada pasangan batu bata diperoleh nilai MoR rata-rata dari 3 buah benda uji berukuran (120 x 50 x 14) cm sebesar 1,65 MPa dan m_{retak} rata-rata sebesar 2,695 kN.mm sedangkan dinding panel dengan variasi ketebalan, (120 x 50 x 10) cm sebesar 3,6 MPa serta nilai momen retak rata-rata sebesar, 3 kN.mm. keduanya memiliki selisih sebesar 117 % untuk MoR rata-rata dan 11.1 % untuk m_{retak} rata-rata, Dari analisis kuat lentur dinding panel dengan kuat lentur pasangan batu bata, dapat ditarik kesimpulan bahwa kuat lentur dinding panel lebih tinggi dari kuat lentur pasangan batu bata, dan pada variasi ketebalan 10 cm nilai momen retak rata-ratanya sudah mendekati momen retak dinding pasangan batu bata.
- 5) Dari perbandingan berat isi dinding panel dengan berat isi dinding pasangan batu bata serta nilai kuat lentur dinding panel dengan kuat lentur pasangan batu bata diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa dinding panel pada variasi ketebalan 10 cm sudah mendekati besarnya momen retak pada pasangan batu bata serat memiliki berat isi yang lebih ringan sehingga dapat direkomendasikan sebagai dinding alternatif pengganti batu bata

Saran

Saran yang dapat diberikan dengan melihat hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah:

- 1) Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai dinding panel dengan berbagai variasi campuran serta ketebalan yang sesuai dengan kondisi nyata pada lapangan.
- 2) Perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pencampuran adukan seperti penggunaan jenis alat mixer antara yang mesin elektrik dengan mesin diesel agar semakin homogen antara pasir, semen dan air.
- 3) Pada pembuatan benda uji permukaan sebaiknya dibuat serata mungkin, sehingga dihasilkan kuat tekan beton dan kuat lentur dinding panel sesuai yang diinginkan.
- 4) Pada pengujian kuat lentur sebaiknya diberi beban perata yang berbentuk persegi panjang agar hasil pengujian didapat hasil maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Hatta, M. N., 2006. *Uji Kuat Lentur Dinding Panel Hardflex dan Styrofoam Dengan Tulangan Bambu*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta (Tidak Dipublikasikan).
- Morisco, 1999. "*Rekayasa Bambu*", Nafiri Offset, Yogyakarta
- Mulyono, Tri, 2004. *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Murdock, L. J., dan K.M. Brook., 1999. *Bahan dan Praktek Beton*, terjemahan Hindarko, S, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Suarnita, I., 2005. *Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang dengan Styrofoam Sebagai Pengganti Agregat Kasar* Jurnal, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako
- Tjokrodinuljo, K., 1995. *Bahan Bangunan*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Winarso, A, 2011. *Tinjauan Kuat Lentur Rangkaian Dinding Panel Dengan Perkuatan Tulangan Bambu Yang Menggunakan Agregat Pecahan Genteng*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Yap, Felik, 1983. *Bambu Sebagai Bahan Bangunan*, Yogyakarta.